

?S PN=05176509

S7 1 PN=05176509

?T 7/5

7/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04184809 \*\*Image available\*\* -

ROTARY ELECTRIC MACHINE

PUB. NO.: 05-176509 [JP 5176509 A]

PUBLISHED: July 13, 1993 (19930713)

INVENTOR(s): HINO YOUJI

APPLICANT(s): ASMO CO LTD [470504] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 03-355970 [JP 91355970]

FILED: December 20, 1991 (19911220)

INTL CLASS: [5] H02K-023/40; H01F-013/00

JAPIO CLASS: 43.1 (ELECTRIC POWER -- Generation); 32.9 (POLLUTION CONTROL  
-- Other); 41.4 (MATERIALS -- Magnetic Materials); 42.5  
(ELECTRONICS -- Equipment)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1454, Vol. 17, No. 593, Pg. 9,  
October 28, 1993 (19931028)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To reduce cogging torque without increasing a manufacturing cost, lowering output and generating demagnetization and to make it possible to reduce oscillations and noises.

CONSTITUTION: A dc motor is constituted of a stator including two circular anisotropic magnets 10 and 12 and a rotor 14 including cores 16 and coils 18. The centers and vicinities of the anisotropic magnets 10 and 12 are oriented along radial and are oriented to the parallel orientation with the approach to the end. R is built up on the rotor 14 side of the end. The partial increment of the thickness of an equivalent magnet by the parallel orientation of the end is prevented by building up R, and the variation in magnetic flux distribution between the magnet and the core 16 becomes smooth.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-176509

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H02K 23/40

H01F 13/00

識別記号

庁内整理番号

6821-5H

9172-5E

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全6頁)

(21)出願番号

特願平3-355970

(22)出願日

平成3年(1991)12月20日

(71)出願人 000101352

アスモ株式会社

静岡県湖西市梅田390番地

(72)発明者 日野 陽至

静岡県湖西市梅田390番地 アスモ株式会  
社内

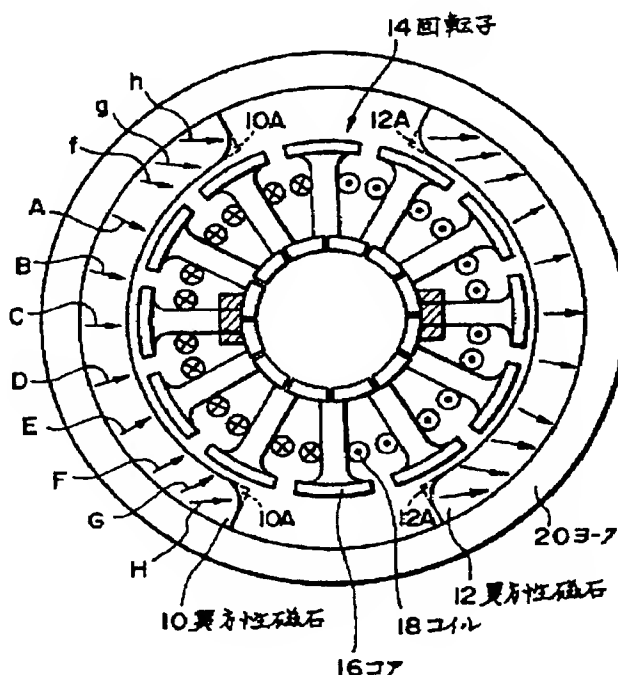
(74)代理人 弁理士 井上 一 (外2名)

(54)【発明の名称】 回転電機

(57)【要約】

【目的】 製造コストを上げず、出力低下や減磁の発生もなくコギングトルクを減らし、振動や騒音を低減することができる回転電機を提供すること。

【構成】 円弧状の2つの異方性磁石10、12を含む固定子と、コア16及びコイル18を含む回転子14とを有する直流モータである。異方性磁石10、12の中央付近はラジアル方向に配向され、端部に近づくにしたがってパラレル配向に配向される。また、この端部の回転子14側にはRがつけられている。Rをつけることで、端部をパラレル配向としたことにより等価マグネット厚さが部分的に大きくなることを防いでおり、コア16との間の磁束分布の変化が滑らかになる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子側に異方性磁石が設けられた回転電機であって、

前記異方性磁石は、中央部がラジアル配向され、端部がパラレル配向され、しかも端部に磁束の回り込み抑制用の切欠き部が形成されたことを特徴とする回転電機。

【請求項2】 請求項1において、

前記切欠き部は、異方性磁石の端部の回転子側の角部を曲面で面取りして形成されることを特徴とする回転電機。

【請求項3】 請求項1において、

前記切欠き部は、異方性磁石の端部の回転子側の角部を平面で面取りして形成されることを特徴とする回転電機。

【請求項4】 請求項1において、

前記切欠き部は、異方性磁石の端部のヨーク側の角部を切り欠いて形成されることを特徴とする回転電機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、永久磁石を用いた回転電機に関する。

【0002】

【従来の技術】一般の回転電機、例えば直流モータ等は、固定子側に界磁用の磁石を設け、界磁用磁石により生じる磁束中におかれた電機子導体に通電することにより、回転子を回転させている。

【0003】ところで、直流モータの界磁用磁石と回転子のコアとの間に作用する吸引力は、回転角度によって急激に変化するため、コギングトルクが発生する。例えば、円弧状の2つの界磁用磁石の間に回転子がある場合を考えると、回転子のコアがいずれかの界磁用磁石と対向した位置にある場合は、コアに大きなトルクが作用する。一方、コアが2つの界磁用磁石の間にある場合は、作用するトルクは急激に減少する。

【0004】このコギングトルクは、直流モータの運転時に振動及び騒音の発生要因となっている。そのため、このコギングトルクによる振動等を低減するために以下の①、②及び③に示す対策が施されている。

【0005】①磁石の端部を薄くして磁束密度を下げて、滑らかな磁束密度変化を実現する、いわゆる偏心磁石を用いる。

【0006】②回転子の軸方向より磁束密度分布を回転方向に漸次ずらす、いわゆるスキュー磁石を用いる。

【0007】前記①、②の方式によれば、磁束密度分布の変化が滑らかになるので、トルクの急激な変化を防止することができる。

【0008】③特開昭63-260118号公報に開示された着磁装置を用いてラジアル異方性円筒磁石の着磁を行う。この方式によれば、正弦波形状の滑らかな磁束分布が得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した①及び②の方式においては、回転力に対して有効な磁束を犠牲にしているため、最大トルク及び出力の低下は避けられないという問題点があった。また、①の方式では、磁石の端部を薄くするため、電機子反作用による減磁が起こるという問題点があった。

【0010】また、③の方式においては、着磁制御が難しいうえに、着磁が不十分な部分ではトルクが減少して最大トルクの低下は避けられず、出力が低下するという問題点があった。また、十分に磁化されないため、減磁も避けることができなかった。

【0011】その他には、モータのブラケット部にゴム等を用いて対策を行うことも考えられるが、この場合は部品追加によるコストの上昇となってしまう、有効な対策とはいえなかった。

【0012】これ以外にも、図6に示すように、直流モータの、磁石2の中央部をラジアル配向100にし、端部に近づくにしたがってパラレル配向110にして、磁束密度の変化を滑らかにして振動等の対策を行うことも考えられる。この場合には、パラレル配向部分の等価マグネット厚さが大きくなるため、単に配向状態を操作しただけでは部分的に磁束密度分布が乱れ（はね上がりが生じる）、十分な対策とはいえなかった。すなわち、磁石2の端部付近をパラレル配向110にしただけでは、図中斜線で示す磁石2のヨーク側コーナ部2Aからの磁束110Aの回り込みが発生し、この回り込み磁束110Aは、磁石2と回転子のコア4との間のエアギャップが小さい磁石2の回転子側コーナ部付近に集中する。この結果、磁石2の回転子側コーナ部付近の等価マグネット厚さが実際の厚さdより部分的に大きくなり、この部分から回転子のコア4に流れ込む磁力線が多くなるため、図7に矢印Aで示すように、直流モータの磁束密度が部分的にはね上がる。

【0013】本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、製造コストを上げず、出力低下や減磁の発生もなくコギングトルクを減らし、振動や騒音を低減することができる回転電機を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の回転電機は、固定子側に異方性磁石が設けられた回転電機であって、前記異方性磁石は、中央部がラジアル配向され、端部がパラレル配向され、しかも端部に磁束の回り込み抑制用の切欠き部が形成されたことを特徴とする。

【0015】ここにおいて、前記切欠き部は、異方性磁石の端部の回転子側の角部を曲面または平面で面取りして形成してもよく、また、異方性磁石の端部のヨーク側の角部を切り欠いて形成してもよい。

【0016】

【作用】本発明の回転電機においては、固定子側に設けられた異方性磁石の中央がラジアル配向となっており、端部がパラレル配向となっている。そのため、磁石の端部に近づくにしたがって磁束密度が少しずつ減少する。

【0017】また、異方性磁石の端部には、磁束の回り込み抑制用の切欠き部が形成されており、端部をパラレル配向としたことにより等価マグネット厚さが部分的に大きくなることを防いでいる。従って、部分的に等価マグネット厚さが大きくなって磁石全体の磁束密度分布を乱すこともない。

【0018】このように、本発明においては、異方性磁石の端部付近をパラレル配向とするとともに、磁束の回り込み抑制用の切欠き部を形成することにより、このパラレル配向による等価マグネット厚さの増大を防止して、滑らかな磁束密度分布を得ることができ、コギングトルクの大幅な減少による振動及び騒音の低減が可能になる。

【0019】また、磁石の配向及び形状を変えただけであり、部品点数や組み付け工程等には影響がないため、製造コストが上がることもない。また、磁石の端部付近の体積がわずかに減少するだけであり、出力に与える影響もほとんどない。

【0020】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例について詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明の回転電機を適用した一実施例における直流モータの構成を示す図である。

【0022】同図において、異方性磁石10、12は、円弧状（瓦状）の永久磁石で構成されており、一般的にはネオジウム等の希土類磁石やフェライト磁石等が用いられる。これらの異方性磁石は、円弧形状の中央付近は径方向に配向（ラジアル配向）され、端部に近づくにしたがって径方向から漸次ずらして配向（パラレル配向）されている。

【0023】図1において、異方性磁石10、12内に示した矢印が配向方向、すなわち磁力線の方向を表している。矢印A～Eは中央部付近の磁力線の方向であり、円弧の中心に向かっていてる。また、矢印F、G、H及び矢印f、g、hは端部付近の磁力線の方向であり、F→G→Hあるいはf→g→hと端部に近づくにしたがって、円弧の中心方向からずれる方向となる。

【0024】このような配向方向を有する異方性磁石10、12を、直流モータに組み込んだ状態で、あるいは磁石単体で着磁を行う。この着磁は、異方性磁石10、12の各部が飽和磁束密度となるように行う。

【0025】また、異方性磁石10、12の端部には、磁束の回り込み抑制用の切欠き部10A、10Bが形成されており、端部をパラレル配向としたことにより等価マグネット厚さが部分的に大きくなることを防いでい

る。実施例において、この切欠き部10A、12Aは、異方性磁石10、12の端部の回転子14側コーナ部に、所定のRを付けるようにして形成されている（曲面の面取りを行うことを「Rをつける」という）。このRの大きさは、異方性磁石10、12の径方向の厚さdに対し $2/3d \leq R \leq d$ の範囲に設定することが望ましく、より望ましくは $R=d$ に設定すればよい。

【0026】回転子14は、コア16と、このコア16に巻かれたコイル18とを含む。なお、本実施例では、説明に直接関係のないブラシ等の構成部品は省略してある。

【0027】ヨーク20は、2つの異方性磁石10、12間の磁路を形成しており、軟鉄等により構成される。従って、ヨーク20、異方性磁石10、12、および回転子14のコア16によって磁気回路が形成され、回転子14のコイル18に、例えば図1に示すように通電することにより、回転子14が回転駆動されることになる。

【0028】図2は、異方性磁石10の端部付近の拡大図である。同図に示すように、異方性磁石10の端部の回転子14側コーナ部にRをつけているため、コーナ部付近の等価マグネット厚さは、Rをつけない場合に比べると小さくなっている。従って、異方性磁石10、12端部付近での磁束密度分布のはね上りを減少させることができ、特に、Rを異方性磁石10の厚さdとほぼ等しくした場合は、コーナ部におけるパラレル配向方向へのマグネット厚さ $d_2$ は厚さdとほぼ等しくなり、即ち、ラジアル配向された他の部分と等しくなり、異方性磁石10の端部付近での磁束密度分布がはね上がりをより良好に防止することができる。さらに、Rをつけることにより、Rがついた部分では異方性磁石10と回転子14のコア16との距離が大きくなって磁路長、即ち磁気抵抗が大となるため、磁束の回り込みがコーナ部に集中することを防止でき、この面からも、端部付近で磁束密度分布がはね上がることを防止することができる。

【0029】なお、図2では、異方性磁石10から回転子14のコア16に磁束が流れ込む場合を例にとって説明したが、コア16から異方性磁石12に磁束が流れ込む場合についても全く同様である。

【0030】図3は、本実施例の直流モータにおいて、異方性磁石10、12と回転子14のコア16とのギャップ磁束密度波形の説明図である。異方性磁石10、12の端部付近にRをつけているため、特に磁束密度分布がはね上がることもなく、ほぼ正弦波形状となっていることがわかる。磁石の端部を単にパラレル配向とした場合（図7）と比べると、端部付近の磁束密度のはね上がりが改善されていることがよくわかる。

【0031】図4は、本実施例の直流モータと従来品とのコギングトルクの比較を示す説明図である。縦軸はコギングトルクの大きさを示しており、本実施例によれば

磁石の端部を単にパラレル配向とした従来品に比べてコギングトルクが約 $1/4$ に低減されることがわかる。

【0032】このように、異方性磁石10、12の中央部はラジアル配向とし、端部に近づくにしたがって漸次パラレル配向とするとともに、端部にRをつけることにより、回転子14のコア16との間の磁束密度分布が滑らかになり、コギングトルクを大幅に減少させることができる。その結果、直流モータの振動及び騒音も低減することができる。

【0033】また、従来の界磁用磁石と比べると、異方性磁石10、12の端部にRをつけているだけであるため、磁石体積の減少がほとんどなく、従来品に比べて最大トルク及び出力の低下もほとんどない。

【0034】また、異方性磁石10、12の端部のRをつけた部分のパラレル配向方向へのマグネット厚さ $d_2$ は、他の部分のラジアル配向方向へのマグネット厚さ $d_1$ とほぼ等しくなっているため、磁石端部を薄くして振動対策を行った場合等のように減磁が起こることもない。

【0035】さらに、異方性磁石10、12の端部付近の配向を変えるとともに、この端部付近の形状をわずかに変更するだけであり、ブラケット部に振動対策を施す場合のように部品の追加等が不要であり、製造コストはほとんど変わらない。

【0036】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0037】例えば、上述した実施例では、異方性磁石10、12の端部にRを付ける場合を説明したが、端部を平面で面取りした場合であっても同等の効果を達成することができる。図5は、端部を平面で面取りした場合の他の実施例の部分的構成を示す図である。同図に示すように、端部の等価マグネット厚さが平面の面取りにより小さくなり、同時に、端部付近の磁路長が大となる点は、Rをつけた場合と全く同様である。

【0038】またこれ以外にも、異方性磁石10、12の切欠き部12A、12Bを、異方性磁石10、12のヨーク側角部を切り欠いて形成してもよい。図8、図9は、この場合の実施例を示す図である。

【0039】すなわち、磁石10、12の端部付近をパラレル配向110にただけでは、図9において点線で示すヨーク側コーナ部10A、10Bからの磁束110Aの回り込みが発生し、これが直流モータの磁束密度の部分的なね上がりの原因となることは前述した。本実施例では、前記ヨーク側コーナ部10A、10Bを切欠き、この部分からの磁束の回り込みを防止するよう形成されている。これにより、異方性磁石10、12の端部をパラレル配向とした場合でも、この部分の等価マグネット厚さが部分的に大きくなることなく、磁石全体の磁束密度分布を乱すことが防止される。

【0040】ここにおいて、前記切欠き部10A、10Bは、磁石10、12の回転子側角部 $\times 1$ のパラレル配向方向と同方向で、かつこの角部 $\times 1$ を含む平面で異方性磁石10、12の端部を切断することが好ましい。なお、同図において、異方性磁石10、12の内径は $d_{10}$ 、外径は $d_{12}$ 、マグネット角は $\theta$ で表されている。

【0041】以上説明したように、異方性磁石10、12の端部をパラレル配向方向と平行にかつ磁石内径エッジ部を含むよう切断することにより、エッジ部における磁束の跳ね上がりを低減し、コギングトルクの大幅に減少することができる。

【0042】しかも、磁石端部付近の体積が僅かに減少するのみであり、かつ自己減磁が小さくなるため、モータ出力の低下もほとんどない。

【0043】なお、上述した各実施例では、モータのコギングトルクを減らして振動及び騒音対策を行う場合を説明したが、発電機についても適用することができる。

【0044】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、異方性磁石の端部付近をパラレル配向とするとともに、磁束の回り込み抑制用の切欠き部を形成することにより、このパラレル配向による等価マグネット厚さの増大を防止して、滑らかな磁束密度分布を得ることができ、コギングトルクの大幅な減少による振動及び騒音の低減が可能になる。

【0045】また、磁石の配向及び形状を変えただけであり、部品点数や組み付け工程等には影響がないため、製造コストを上げることもない。また、磁石の端部付近の体積がわずかに減少するだけであり、出力に与える影響もほとんどない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における直流モータの構成図である。

【図2】実施例の異方性磁石の端部付近の部分的拡大図である。

【図3】実施例の直流モータの磁束密度変化の説明図である。

【図4】実施例の直流モータと従来品とのコギングトルクの比較を示す説明図である。

【図5】異方性磁石の端部の面取り形状を変えた他の実施例の部分的構成図である。

【図6】界磁用磁石の端部を単にパラレル配向にした場合の従来例の部分的構成図である。

【図7】図6の直流モータの磁束密度変化の説明図である。

【図8】本発明の他の実施例の説明図である。

【図9】図8の実施例に用いられる異方性磁石の説明図である。

【符号の説明】

10、12 異方性磁石

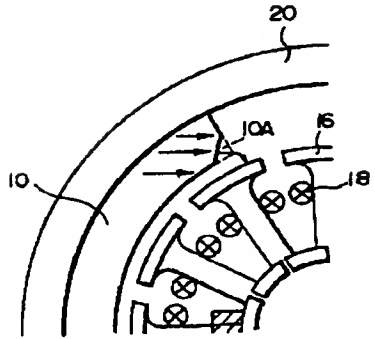
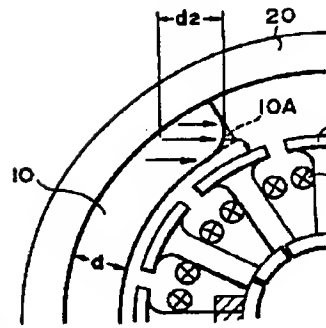
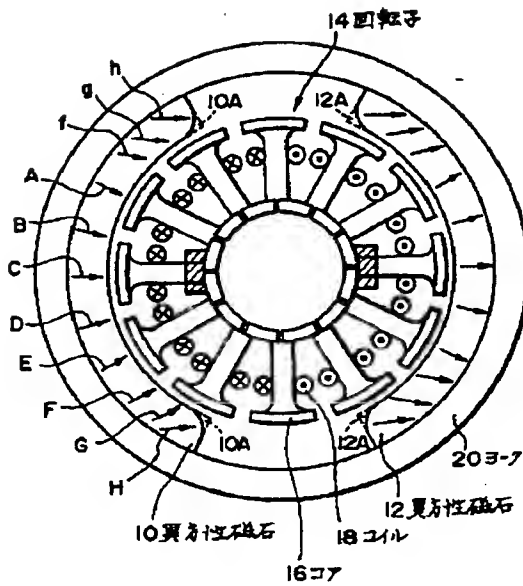
14 回転子  
16 コア

18 コイル  
20 ヨーク

【図1】

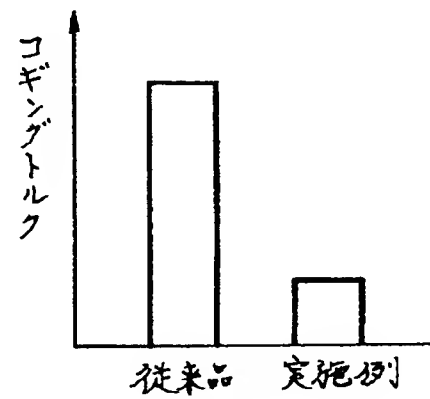
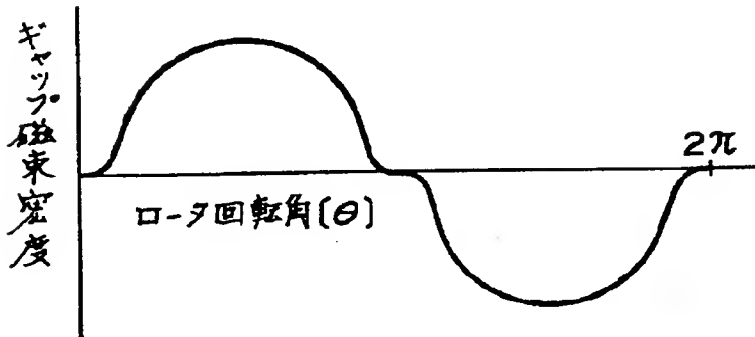
【図2】

【図5】



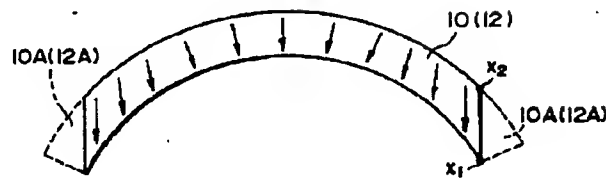
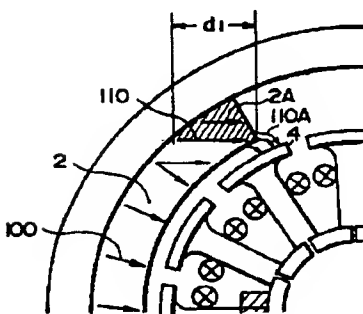
【図4】

【図3】

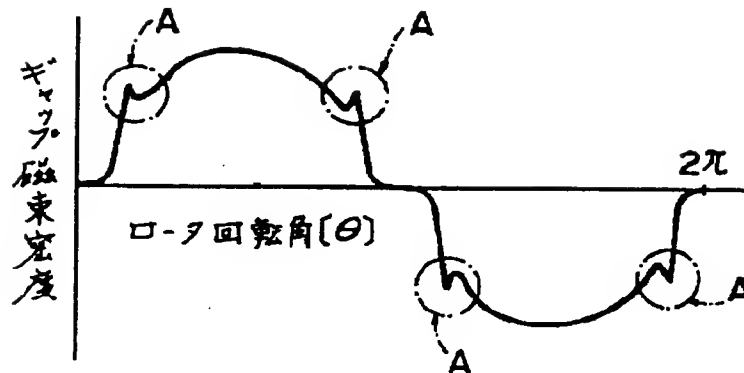


【図6】

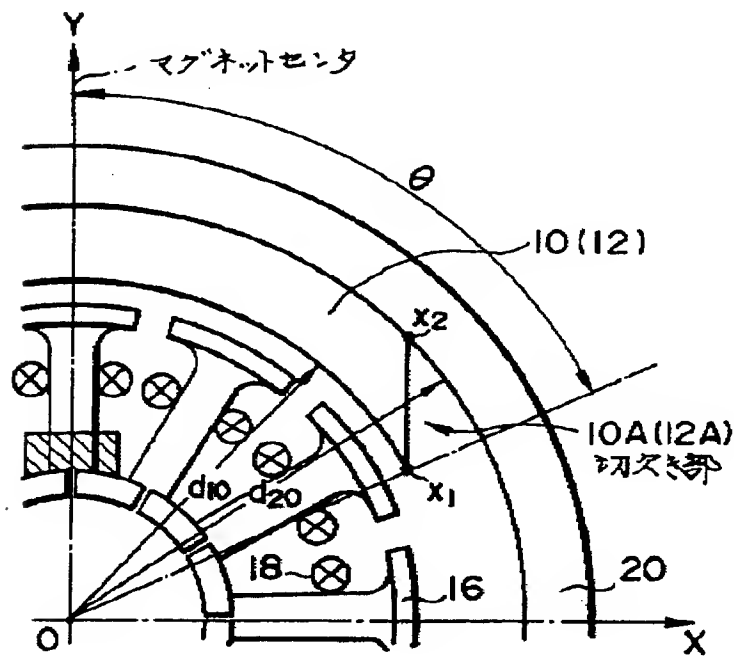
【図9】



【図7】



【図8】



$x_1$  の座標  $x_1 (d_{10} \sin \theta, d_{10} \cos \theta)$

$x_2$  の座標  $x_2 (d_{10} \sin \theta, \sqrt{d_{20}^2 - (d_{10} \sin \theta)^2})$